

PENENTUAN UKURAN BULIR DAN JENIS DOMAIN MAGNETIK GUANO DARI GUA RANTAI DAN GUA SOLEK DI KECAMATAN LAREH SAGO HALABAN KABUPATEN 50 KOTA DENGAN METODE ANHYSTERETIC REMANENT MAGNETIZATION (ARM)

Nilam Sari^{*}), Hamdi Rifai^{*}), Fatni Mufit^{*})

^{*}Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: nilamsari229@gmail.com, hamdi_unp@yahoo.com, Fatni.mufit@gmail.com.

ABSTRACT

Magnetic properties of Guano can be seen from the concentration of magnetic minerals, grain size, domain type and type of magnetic minerals. From the magnetic susceptibility measurements was found that there is concentration of magnetic minerals in the guano. This research will be studied about grain size and type of magnetic domains from Rantai and Solek Cave, Lareh Sago Halaban Subdistrict, 50 Kota District. Grain size and type of magnetic domains can be identified by matching the decay curve of Anhyseretic remanent Magnetization (ARM) of sample with Lowrie-Fuller Test standard curve and King's Plot. The instrument used in this research are Molspin AF Demagnetizer and Minispin Magnetometer. The determination results of grain size and type of magnetic domain Rantai Cave have variation with the range between $<0.1 \mu\text{m} - >135 \mu\text{m}$ with type of domain magnetic is single domain (SD), pseudo single domain (PSD) and multi domain (MD). Guano samples of Solek Cave having grain sizes of magnetic between $2 \mu\text{m}-135 \mu\text{m}$ where magnetic domains are pseudo single domain (PSD) and multi domain (MD).

Keywords: *Guano, grain size, magnetic domain, Anhyseretic Remanent Magnetization (ARM).*

PENDAHULUAN

Sedimen gua terdiri atas dua yaitu sedimen kimia dan sedimen klastik. Sedimen kimia adalah sedimen yang terbentuk di dalam gua, seperti: stalagtit dan stalagmit, sedangkan sedimen klastik adalah sedimen yang terbawa dari lingkungan luar ke dalam gua. Salah satu contoh sedimen klastik adalah guano.

Guano merupakan sisa proses pencernaan kelelawar atau burung yang mengandung bahan kimia kaya nitrogen (N), karbon (C), fosfat (PO_4) serta mengandung urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) dari sisa pencernaan. Dari kandungan kimianya, guano tidak mengan-

dung mineral magnetik namun Olintika (2009) dan Novrilita (2009) menemukan kandungan mineral magnetik pada guano yang dilihat dari nilai suseptibilitas magnetiknya. Guano merupakan salah satu sedimen gua yang mempunyai sifat magnetik dimana sifat magnetiknya dapat diketahui dari tiga hal, yaitu: suseptibilitas magnetik, ukuran bulir dan jenis mineral magnetik.

Kajian sifat magnetik guano berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik telah dilakukan oleh Olintika (2009) dan Novrilita (2009), dimana sampel guano diambil dari Gua Rantai dan Gua Solek, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten 50 Kota,

Sumatera Barat. Penelitian ini mengkaji sifat magnetik guano lainnya yaitu ukuran bulir dan jenis domain magnetik.

Sifat dari mineral magnetik sangat dipengaruhi oleh ukuran bulir magnetiknya. Bulir magnetik merupakan hal terpenting dalam domain magnetik. Ada 3 jenis domain magnetik, yaitu:

1). *Single Domain* (SD)

Single domain adalah domain tunggal yang mempunyai ukuran bulir $<0.1 \mu\text{m}$ yang momen magnetiknya searah (Butler, 1998). Stabilitas magnetisasi pada bulir *single domain* jauh lebih baik dibandingkan dengan bulir *multi domain*. Domain tunggal ini biasanya disebut *hard magnetic* (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

2). *Multi Domain* (MD)

Soft Magnetik biasanya disebut juga untuk *multi domain* karena sangat mudah dipengaruhi oleh medan luar (Dunlop dan Ozdemir, 1997). Bulir *multi domain* yaitu besar dari $10 \mu\text{m}$ (Butler, 1998). Struktur bulirnya memiliki lebih dari satu domain dengan arah yang berbeda. Antara satu domain dengan domain yang lainnya biasanya dibatasi oleh dinding domain. Apabila medan magnetik diberikan pada bulir ini, maka magnetisasinya akan searah dengan medan, dan *domain wall* akan hancur dengan pemberian medan yang cukup kuat dan magnetisasi mencapai saturasi.

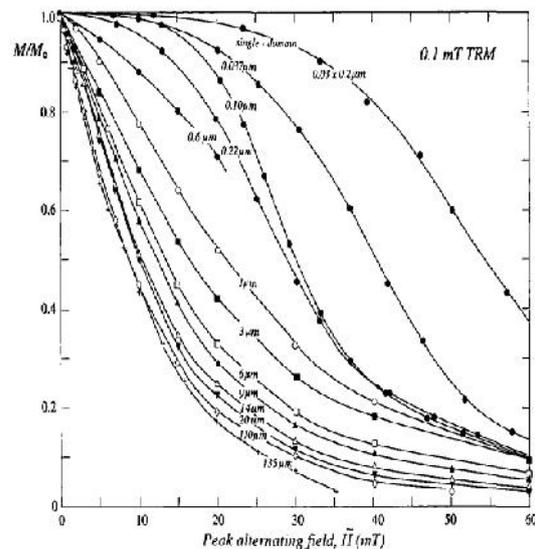
3). *Pseudo Single Domain* (PSD)

Selain bulir-bulir *single domain* dan *multi domain*, ada juga bulir-bulir yang berukuran transisi. Bulir-bulir ini disebut dengan bulir berdomain tunggal semu atau *pseudo single domain* (PSD). PSD mempunyai 2-3 domain saja, tetapi kelakuannya lebih mirip *single domain* dibandingkan *multi domain* (MD). Interval ukuran bulir PSD untuk *magnetite* adalah 1-10 mikrometer (Butler, 1998).

Penentuan ukuran bulir dan jenis domain magnetik dapat diketahui melalui pengukuran *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM). ARM dihasilkan dari kombinasi medan bolak-balik dengan me-

dan searah konstan yang kecil. ARM dibekikan dengan mengurangi secara perlahan dari titik puncak AF sampai nol bersamaan dengan pemberian medan DC dan merupakan teknik laboratorium yang digunakan untuk melihat karakteristik magnetik bahan (Hunt, 1991).

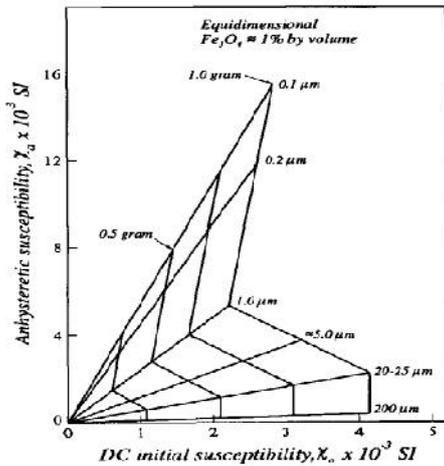
Penentuan ukuran bulir magnetik dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu: *Lowrie-Fuller Test* dan *King's Plot*. Penentuan ukuran bulir magnetik dengan *Lowrie and Fuller Test* menggunakan konsep respon bahan apabila diberi medan bolak-balik atau demagnetisasi. Dari pengukuran nantinya akan terlihat bagaimana pengurangan nilai intensitas magnetisasi apabila diberi medan dengan *step* tertentu. Hasilnya akan dideskripsikan dalam bentuk kurva hubungan medan (H) dengan nilai intensitas ternormalisasi (Dunlop dan Ozdemir, 1997).



Gambar 1. Kurva standar *Lowrie-Fuller Test* (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

Penentuan ukuran bulir magnetik dengan cara *King's Plot*, berasal dari pengujian yang dilakukan secara sistematis melihat pengaruh variasi ukuran bulir mineral magnetik terhadap hubungan antara nilai susceptibilitas ARM dan susceptibilitas DC. Kurva King digunakan untuk sampel *magnetite* yang menempati fraksi 1% dari total sampel yang terukur. Dari pengujian yang

dilakukan King ini diperoleh hubungan yang signifikan antara perubahan ukuran bulir dengan hubungan antara nilai susceptibilitas ARM dan susceptibilitas DC (Bijaksana, 2002).



Gambar 2. King's Plot untuk mengidentifikasi ukuran bulir magnetik (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

METODE PENELITIAN

Sampel guano diambil pada bulan Februari 2009 dari dua lokasi gua yang berbeda di Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten 50 Kota, yaitu di Gua Rantai dan Gua Solek. Sampel diambil berdasarkan kedalaman yang berjarak 5 cm untuk Gua Rantai dan 2 cm untuk Gua Solek. Pemberian nama sampel berdasarkan tempat pengambilan dan kedalaman sampel, contoh : GR 15-20 (guano dari Gua Rantai dengan kedalaman dari 15 sampai 20 cm).

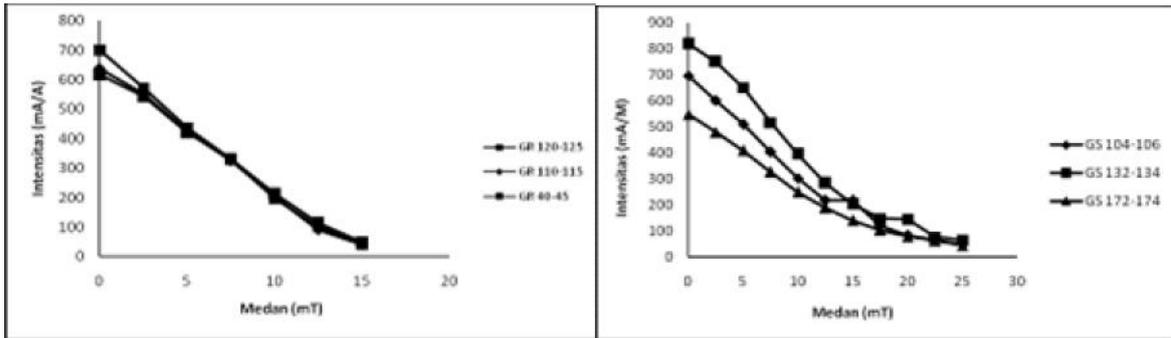
Pada pengukuran ARM, dipilih 6 buah dari 44 buah sampel pada Gua Rantai dan 5 buah dari 56 buah sampel pada Gua Solek. Pemilihan 11 buah sampel ini berdasarkan nilai susceptibilitas magnetik dimana sampel dipilih dari tiga kriteria, yaitu: nilai susceptibilitas tinggi, rendah dan sedang.

Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Geofisika UNP. Pengukuran ARM dilakukan di Laboratorium Geofisika Global, ITB. Pengambilan data dimulai pada tanggal 29 Februari sampai dengan 16 Maret 2012. Instrumen yang digunakan adalah *Molspin AF Demagnetizer* dan

Minispin Magnetometer. *Molspin AF Demagnetizer* digunakan untuk proses peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM) dan *Natural Remanent Magnetization* (NRM). *Molspin AF Demagnetizer* melakukan proses demagnetisasi pada medan 800 Oe (80 mT). Pemberian ARM dimulai dari intensitas magnetisasi yang kecil. ARM diberikan melalui medan magnetik searah yang lemah sebesar 2,5 mT bersamaan dengan medan bolak-balik yang meluruh sebesar 700 mT. Medan searah 2,5 mT diberikan oleh alat *Partially Anhyseretic Remanent Magnetik* (PARM) dan medan bolak-balik 700 mT diberikan oleh alat *Molspin AF Demagnetizer*. Proses demagnetisasi dianggap selesai apabila nilai intensitas yang didapat telah mencapai sekitar 10% dari intensitas awal. *Minispin Magnetometer* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur intensitas magnetisasi. Pengukuran intensitas magnetisasi dilakukan setelah sampel diberi arus searah (magnetisasi) dengan *Partially Anhyseretic Remanent Magnetic* (PARM) dan setelah diberi medan bolak-balik (demagnetisasi).

HASIL PENELITIAN

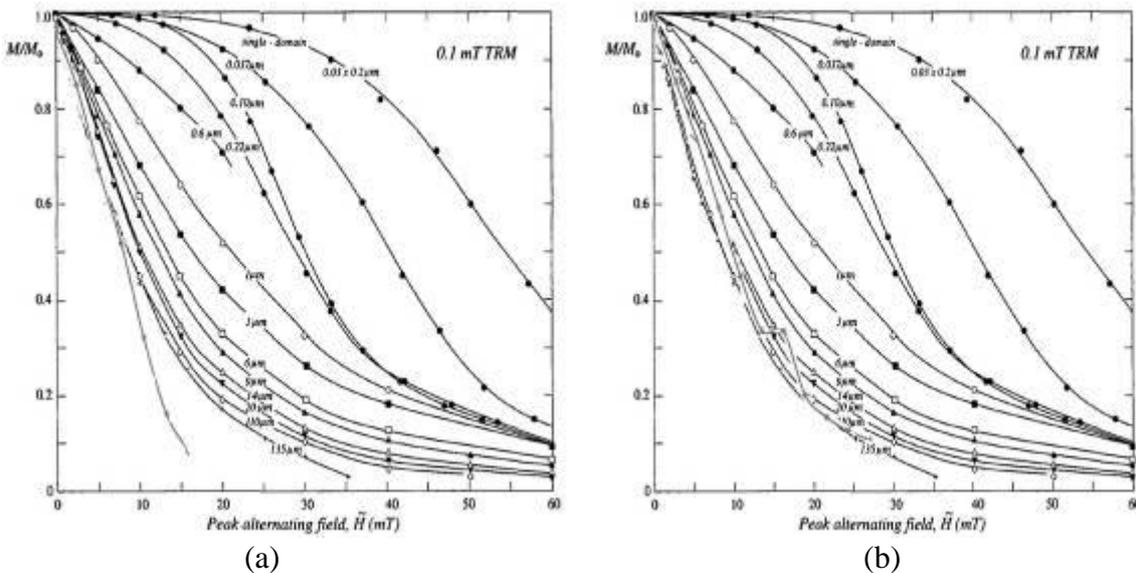
Hasil yang didapatkan setelah dilakukan pengukuran ARM adalah perubahan nilai intensitas magnetisasi terhadap medan yang diberikan. Setelah didapatkan kurva peluruhan masing-masing sampel, dilanjutkan dengan penentuan ukuran bulir dan jenis domain magnetik dengan *Lowrie-Fuller Test* dan *King's Plot*.



(a) (b)
Gambar 3. Kurva Peluruhan ARM (a). GR dan (b) GS.

Gambar 3 menunjukkan kurva peluruhan ARM pada sampel GR dan GS. Terlihat bahwa ARM meluruh dengan cukup cepat pada medan magnetik yang relatif rendah. Pada medan demagnetisasi kurang dari 30 mT, intensitas ARM sudah meluruh hingga 10% dari intensitas mula-mula. Hal ini menunjukkan bahwa sampel guano mempunyai bulir-bulir magnetik yang be-

ukuran besar sehingga domain magnetiknya adalah *multidomain* (MD) (Moskowitz, 1991). Setelah didapatkan kurva peluruhan dari masing-masing sampel maka kurva tersebut dapat dicocokkan dengan kurva standar *Lowrie-fuller Test* pada Gambar 1. Contoh kurva hasil pencocokan dapat dilihat pada Gambar 4.



(a) (b)
Gambar 4. Hasil pencocokan kurva peluruhan ARM dengan kurva standar *Lowrie And Fuller Test* dari sampel (a) GR 15-20, (b) GS 104-106.

Berdasarkan kurva hasil pencocokan antara kurva peluruhan masing-masing sampel dengan kurva standar *Lowrie-fuller Test* maka didapatkan ukuran bulir dan je-

nis domain magnetik pada masing-masing sampel seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2

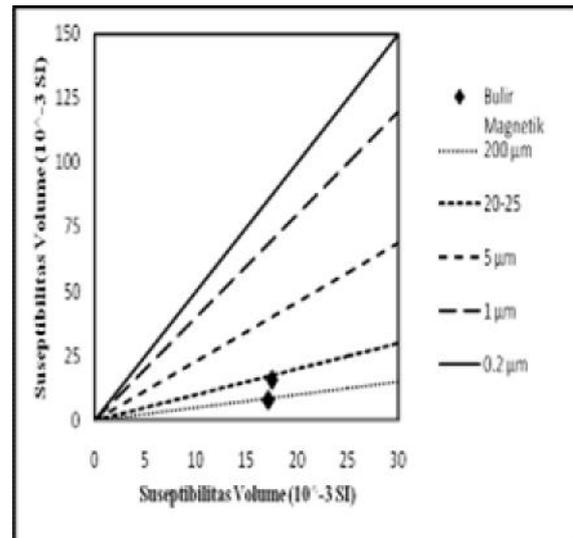
Tabel 1. Hasil Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik Sampel guano Gua Rantai dengan *Lowrie-Fuller Test*.

No	Nama Sampel	Ukuran Bulir	Jenis Domain
1	GR 15-20	110->135 μm	MD
2	GR 40-45	20->135 μm	MD
3	GR 60-65	100->135 μm	MD
4	GR 110-115	110->135 μm	MD
5	GR 120-125	110->135 μm	MD
6	GR 219	110->135 μm	MD

Tabel 2. Hasil Penentuan Ukuran Bulir dan Jenis Domain Magnetik Sampel guano Gua Solek dengan *Lowrie-Fuller Test*.

No	Nama Sampel	Ukuran Bulir	Jenis Domain
1	GS 108-106	14-135 μm	MD
2	GS 132-134	6-110 μm	PSD, MD
3	GS 172-174	14-110 μm	MD
4	GS 192-194	3-135 μm	PSD, MD
5	GS 210-212	6-135 μm	PSD, MD

Apabila dilihat ukuran bulir magnetik sampel guano dengan *King's Plot* maka didapatkan ukuran bulir magnetik yang bervariasi pada sampel Gua Rantai dan Gua Solek. Ukuran bulir magnetik yang didapatkan didominasi oleh ukuran bulir magnetik yang besar sehingga jenis domain magnetiknya adalah multi domain. Contoh *King's Plot* Gua Rantai dan Gua Solek dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukkan contoh sampel guano dari Gua Rantai dan Gua Solek juga mempunyai ukuran bulir magnetik yang besar, yaitu 20-200 μm .

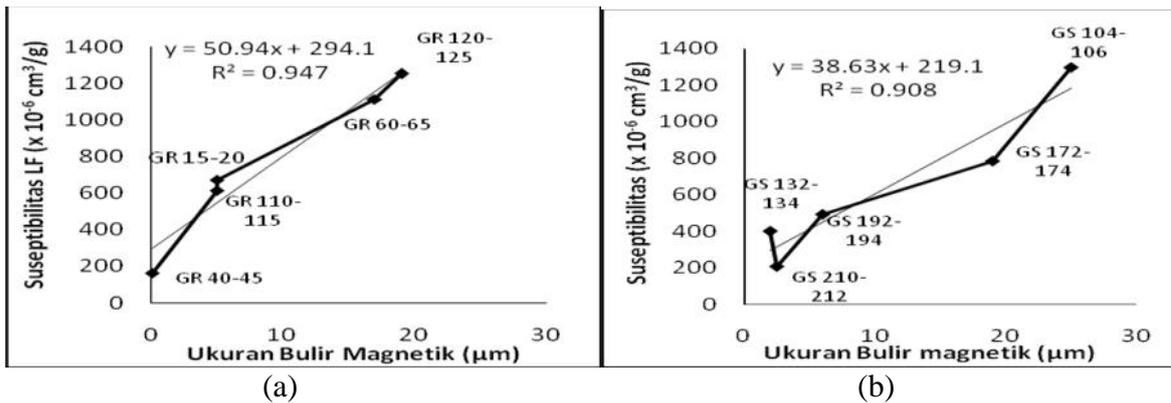


Gambar 5. *King's Plot* GR 15-20 dan GS 104-106

PEMBAHASAN

Hasil penentuan ukuran bulir dan jenis domain magnetik Gua Rantai dengan *King's Plot* bervariasi untuk masing-masing kedalaman sampel sehingga dapat dikatakan ukuran bulir magnetik tidak sama pada setiap lapisan sampel. Untuk melihat hubungan antara domain magnetik dan suseptibilitas dilakukan plot hubungan antara ukuran bulir magnetik yang didapatkan dengan nilai suseptibilitas masing-masing sampel maka terlihat hubungan seperti Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa nilai suseptibilitas Gua Rantai dan Gua Solek sebanding dengan ukuran bulir magnetiknya. Hal ini terlihat dari nilai R^2 yang mendekati 1. Nilai ini dapat diinterpretasikan bahwa hubungan antara suseptibilitas magnetik dan ukuran bulir magnetik ada di kategori kuat dimana semakin besar nilai suseptibilitas sampel maka semakin besar pula ukuran bulir magnetiknya.



Gambar 6. Hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik dan ukuran bulir magnetik pada: (a).Gua Rantai, (b). Gua Solek.

Hasil penentuan ukuran bulir dan jenis domain magnetik yang didapatkan dari *King's Plot* berbeda dengan *Lowrie-Fuller Test*. Perbedaan hasil ukuran bulir magnetik yang diperoleh dari kedua metoda ini disebabkan karena beberapa hal. Zulaikah (2005) telah melakukan penelitian terhadap Stalagmit dari Trenggalek. Hasil ukuran bulir magnetik yang diperoleh dari penelitian tersebut juga berbeda antara kedua metode identifikasi ukuran bulir magnetik (*King's Plot* dan *Lowrie-Fuller Test*). Menurut Zulaikah (2005), perbedaan ini disebabkan karena mineral magnetik berasal dari sumber antropogenik yang memiliki perilaku berbeda dengan *magnetite* murni. Garis-garis pada *King's Plot* diberikan oleh mineral *magnetite* murni yang diproduksi secara sintesis.

KESIMPULAN

Hasil penentuan ukuran bulir dan jenis domain magnetik Gua Rantai bervariasi dengan rentang antara $<0.1 \mu\text{m} - >135 \mu\text{m}$ dengan jenis domain magnetik *single domain* (SD), *pseudo single domain* (PSD) dan *multi domain* (MD). Sampel guano Gua Solek memiliki ukuran bulir magnetik antara $2 \mu\text{m} - 135 \mu\text{m}$, dimana domain magnetiknya juga bervariasi, yaitu: *pseudo single domain* (PSD) dan *multi domain* (MD). Apabila dilihat hubungan antara suseptibilitas magnetik dengan ukuran bulir magnetik

maka dapat dikatakan semakin besar nilai suseptibilitas magnetik sampel maka semakin besar pula ukuran bulir magnetiknya.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing DIKTI tahun 2011 atas nama Dr. Hamdi, M.Si., Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si. dan Harman Amir, S.Si., M.Si. dengan judul "Kajian Perubahan Iklim Menggunakan Sifat Magnetik Guano Sumatera Barat". Ucapan terima kasih disampaikan kepada Mila Novrilita S.Si dan Tiwi Olintika, S.Si yang telah mengambil sampel guano sehingga dapat digunakan dalam penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Satria Bijaksana, Ph.D., Ibu Eleonora Agustine, M.Si, Ibu Erni Rahman, M.Si., Ibu Dini, M.Si., dan Bapak Gerald Tamuntuan, M.Si., atas pengarahan dan ilmu yang diberikan selama pengukuran dan pengambilan data di Laboratorium Kemagnetan Batuan dan Paleomagnetik, ITB.

DAFTAR PUSTAKA

- Bijaksana, S. (2002). *Analisa Mineral Magnetik dalam Masalah Lingkungan*. Bandung: Jurnal Geofisika, 1, 19-27.
Butler, R. F. 1998. *Paleomagnetism Magnetic Domains to Geologic Teranes*.

- Boston: Blackwell Scientific Publications.
- Dunlop, D, O.Ozdemir. 1997. *Rock Magnetism: Fundamentals and frontiers*. Cambridge University Press: USA.
- Hunt, C. P. 1991. *Handbook From The Environmental Magnetism Workshop*. Minneapolis: University Of Minnesota.
- Moskowitz, B.M. 1991. *Hitchhikers's guide to magnetism in Environmental Magnetism Workshop*, University of Minnesota, 5-8 June 1991.
- Novrilita, M. 2008. *Kajian Superparamagnetik Guano berdasarkan Suseptibilitas Bergantung Frekuensi di Gua Batu Payung dan Gua Solek Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota*. Padang: UNP.
- Olintika, T. 2010. *Kajian Suseptibilitas Guano di Gua Solek dan Gua Batu Payung Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota*. Padang: UNP.